

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-081502

(43)Date of publication of application : 26.03.1999

(51)Int.Cl.

B04B 1/64

(21)Application number : 09-248002

(71)Applicant : MATSUMURAGUMI:KK
KINKI KOUENERUGII KAKO
GIJUTSU KENKYUSHO
YOSHIDA TEKKOSHO:KK

(22)Date of filing : 12.09.1997

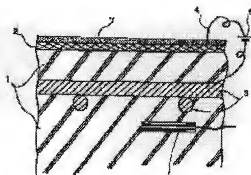
(72)Inventor : ITO TOSHIO
KONDO YASUO
YOSHIDA YUTAKA
ARASHI YUKIO
URANO HIDEO
KASHIWAGI TAKAO
SHU NOBU
TAKAISHI JUN
KOMINAMI KOICHI
OMORI AKIRA
KUZUMI TORU
MIYAO NOBUAKI

(54) ANTI-CORROSION METHOD OF REINFORCEMENT IN REINFORCED CONCRETE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent the corrosion of reinforcing bars with electric current flowing in sequence such as flame spray film - concrete - reinforcement - conductor - flame spray film by flame spraying metals to the surfaces of reinforced concretes to form the film, and electrically connecting this film and reinforcing bars with the conductor to generate electromotive force for battery operation.

SOLUTION: Flame spray materials such as zinc,



aluminum, titanium, etc., are scattered as melt particles on the surfaces of reinforced concretes 1 by a flame spray gun, and the melt particles are sprayed on the concretes 1 to form a flame spray film 2. The flame spray film 2 is electrically connected to reinforcing bars 3 with a conductor 4, and the concretes 1 are made as electrolyte to constitute a battery making the flame spray film 2 and reinforcing bars 3 as both poles. Then, a direct current flows along the suggested route of flame spray film 2 - concretes 1 - reinforcing bars - conductor - flame spray film with electromotive force generated by battery operation, and a resin coating layer 7 is formed in the surface of the flame spray film 2. Accordingly, the corrosion of the reinforcing bars in the reinforced concretes can be prevented.

* NOTICES *

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]In a method of preventing corrosion of a steel rod in ferro-concrete, on the surface of ferro-concrete, rest potential carries out thermal spraying of the less noble metal, and forms the coat rather than iron, With electromotive force produced by a galvanic action which electrically connects this coat and steel rod with a lead, makes two poles a thermally sprayed film and a steel rod, and uses concrete as an electrolyte. How to prevent corrosion of a steel rod in ferro-concrete preventing corrosion of a steel rod electrochemically by current which flows along with the usual route of a thermally sprayed film-concrete steel rod-lead-thermally sprayed film.

[Claim 2]In a method of preventing corrosion of a steel rod in ferro-concrete, on the surface of ferro-concrete, carry out thermal spraying of the less noble metal, and form that coat, and rest potential makes external DC power intervene with a lead, and electrically connects this coat and steel rod rather than iron, How to prevent corrosion of a steel rod in ferro-concrete preventing corrosion of a steel rod electrochemically by current which flows along with the usual route of a thermally sprayed film-concrete steel rod-lead-thermally sprayed film.

[Claim 3]How to prevent corrosion of a steel rod in the ferro-concrete according to claim 1 or 2 thickness of a thermally sprayed film being 1 mm or less, and preventing exfoliation from a concrete surface which is a thermal-spraying substrate of a thermally sprayed film.

[Claim 4]How to prevent corrosion of a steel rod in ferro-concrete of a statement in any 1 paragraph of claims 1-3 setting to Rz(l zero-point average of roughness height)20micrometer a lower limit of surface roughness of concrete which is a thermal-spraying substrate, and improving bond strength of a thermally sprayed film and a concrete surface which is thermal-spraying substrates.

[Claim 5]How to prevent corrosion of a steel rod in ferro-concrete of a statement in any 1 paragraph of claims 1-4 providing a resin coating layer on the surface of a thermally sprayed

film.

[Claim 6]How to prevent corrosion of a steel rod in ferro-concrete of a statement in any 1 paragraph of claims 1-4 providing a transparent resin coating layer on the surface of a thermally sprayed film.

[Claim 7]How to prevent corrosion of a steel rod in the ferro-concrete according to claim 5 or 6, wherein a resin coating layer is a waterproof thing.

[Claim 8]How to prevent corrosion of a steel rod in ferro-concrete of a statement in any 1 paragraph of claims 1-7 providing a resin coating layer in the joined part surface of a thermally sprayed film and a lead.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]About the method of preventing the corrosion of the steel rod in ferro-concrete, especially to a reinforced concrete structure, it is comparatively simple and protection coating is performed by low cost in this invention.

Therefore, extension of the life of a reinforced concrete structure is aimed at, and it is related with the method of preventing the corrosion of the steel rod in the ferro-concrete which brings the construction industry field of the reinforced concrete structure consisting mainly of engineering works and construction, and its user great profits.

[0002]

[Description of the Prior Art]The reinforced concrete structure which constitutes a breakwater, a bridge pier, a bridge girder, a building, etc., The steel rod in ferro-concrete corrodes during prolonged use, and it becomes impossible to maintain the function as a reinforced concrete structure due to the strength reduction as a steel rod, or the fall of the associative strength of a steel rod and concrete, A long-term construction period and high expense are spent, and it must stop having to deal with large-scale repair or reconstruction of the structure, etc. the corrosion of a steel rod -- access -- the moisture contained in the moisture of the sea water which infiltrates into inside into concrete through the surface of concrete or the crack of concrete, storm sewage, etc., and concrete acts on iron, and makes corrosive action cause electrochemically Then, various anticorrosive methods are adopted from the former. For example, paint to (l) ferro-concrete surface.

Although this method aims at preventing permeation of the moisture from the surface of ferro-concrete, it requires the repaint by degradation of the coating film by prolonged use. To the moisture originally contained in concrete, it is ineffective.

(2) Electrochemical protection by pasting of metal plates, such as zinc on the surface of ferro-concrete.

Rest potential this method rather than iron on the surface of ferro-concrete A less noble metal, for example, zinc, or [sticking the board of aluminum, titanium, or those alloys, etc., electrically connecting those metal and steel rods with a lead, and using external DC power supply] -- or the metal and the steel rod which were stuck being made into two poles, and, Metal-concrete steel rod-lead stuck with the electromotive force which produces concrete by the galvanic action used as an electrolyte - The corrosion of a steel rod is electrochemically prevented by the current which flows along with this usual route all over the closed circuit which returns to the stuck metal. This method has high execution cost in comparison, although the method of fixing a concrete surface and the metal to stick while maintaining an electric combination uniformly covering a large area is devised variously.

(3) Protection coating construction to the steel rod surface.

** . Although materials which are electrically insulating, such as vinyl, other synthetic resins, and ceramics, are beforehand covered on the surface of the steel rod and there is a method in which make it not make corrosive action cause electrochemically as an outflow and inflow of current being impossible from the surface of a steel rod, Generally, a portion with weak intensity intervenes between a steel rod and concrete, and spoils the soundness of ferro-concrete.

** . Although methods, such as plating, cover the surface of a steel rod with a zinc alloy, an aluminum alloy, etc. beforehand and how to perform rust prevention of a steel rod can be considered, When a portion with weak intensity of a zinc alloy, an aluminum alloy, etc. generally intervenes between concretes like ** and also a plating non-delivery portion or a damaged part exists practical, electrochemical corrosive action is intensively received in these portions, and the life of a steel rod is shortened.

** . The aforementioned ** and ** become a high cost.

[0003]

[Means for Solving the Problem]this invention relates to a method of (2) paragraphs illustrated as said Prior art, and rest potential shown in (2) paragraphs replaces with pasting to a concrete surface of a less noble metal board or its alloy plate, and makes a coat of the metal concerned form in a concrete surface rather than iron in this invention, thermal spraying of a metallic material to the surface of concrete is adopted as a method of forming this coat, and in respect of simple [of construction], and expense, dominance ** is made profitably like, acquiring pasting of a metal plate etc., and an effect equivalent in respect of art. That is, this invention is the method of preventing corrosion of a steel rod in ferro-concrete of the following composition.

(1) In a method of preventing corrosion of a steel rod in ferro-concrete, on the surface of ferro-

concrete, rest potential carries out thermal spraying of the less noble metal, and forms the coat rather than iron, With electromotive force produced by a galvanic action which electrically connects this coat and steel rod with a lead, makes two poles a thermally sprayed film and a steel rod, and uses concrete as an electrolyte. How to prevent corrosion of a steel rod in ferro-concrete preventing corrosion of a steel rod electrochemically by current which flows along with the usual route of a thermally sprayed film-concrete steel rod-lead-thermally sprayed film.

(2) In a method of preventing corrosion of a steel rod in ferro-concrete, on the surface of ferro-concrete, rest potential carries out thermal spraying of the less noble metal, and forms the coat rather than iron, How to prevent corrosion of a steel rod in ferro-concrete making external DC power intervene with a lead, electrically connecting this coat and steel rod, and preventing corrosion of a steel rod electrochemically by current which flows along with the usual route of a thermally sprayed film-concrete steel rod-lead-thermally sprayed film.

(3) How to prevent corrosion of a steel rod in (1) paragraph thickness of a thermally sprayed film being 1 mm or less, and preventing exfoliation from a concrete surface which is a thermal-spraying substrate of a thermally sprayed film, or ferro-concrete given in (2) paragraphs.

(4) A lower limit of surface roughness of concrete which is a thermal-spraying substrate is set to Rz(l zero-point average of roughness height)20micrometer, How to prevent corrosion of a steel rod in ferro-concrete of a statement in any 1 paragraph of a (1) paragraph - (3) paragraph improving bond strength of a thermally sprayed film and a concrete surface which is thermal-spraying substrates.

(5) How to prevent corrosion of a steel rod in ferro-concrete of a statement in any 1 paragraph of a (1) paragraph - (4) paragraph providing a resin coating layer on the surface of a thermally sprayed film.

(6) How to prevent corrosion of a steel rod in ferro-concrete of a statement in any 1 paragraph of a (1) paragraph - (4) paragraph providing a transparent resin coating layer on the surface of a thermally sprayed film.

(7) How to prevent corrosion of a steel rod in ferro-concrete of a statement in (5) paragraphs or (6) paragraphs, wherein a resin coating layer is a waterproof thing.

(8) How to prevent corrosion of a steel rod in ferro-concrete of a statement in any 1 paragraph of a (1) paragraph - (7) paragraph providing a resin coating layer in the joined part surface of a thermally sprayed film and a lead.

[0004]

[Embodiment of the Invention]Rest potential carries out thermal spraying of the less noble metal material to drawing 1 rather than iron on the ferro-concrete 1 surface, the thermally sprayed film 2 is formed, and the sectional view in the state where the thermally sprayed film 2 and steel rod 3 were electrically connected with the lead 4 is shown.

(1) By making a reinforced concrete structure available in the state of corrosion-proof principle

drawing 1, The cell which makes two poles the thermally sprayed film 2 and the steel rod 3 by using concrete 1 as an electrolyte is constituted, and a direct current flows along with the usual route of the thermally sprayed film 2-concrete 1-steel rod 3-lead 4-thermally sprayed film 2 with that electromotive force (this current is called protective current below). Although a steel rod always receives a reducing action according to this protective current, the oxidation is not received, that is, corrosion is not produced. This method is known as electric anticorrosion art of a "galvanic anode system." The reference electrode 5 is beforehand laid underground into concrete, in order to use it as a standard of potential, when measuring the potential of a steel rod if needed. Although known for the method of drawing 2 inserting DC power supply 6 in the middle of the lead 4 of drawing 1, and sending protective current according to this power supply 6, as electric anticorrosion art of an "impressed current system", the operation is almost the same as the case of drawing 1.

(2) Thermal-spraying technical thermal-spraying art is well known as a simple method of forming the coat which has functions, such as abrasion proof and a heatproof, on the surface of material. In this invention, as shown in drawing 3, in the thermal spraying gun 10 An electric arc, The wire which makes gas flame, a plasma jet, etc. a heat source, and has a necessary function with this heat, Fuse thermal spray materials, such as a stick, powdered Zn, a ZnAl alloy, and aluminum, it is made to disperse as those melt particles 11, and the thermally sprayed film 2 is formed by spraying the surface of the substrate (concrete) 1 and making this deposit. Generally the combination with the thermally sprayed film 2 and the substrate 1 surface is a mechanical combination, and when the spray particle 11 fused to minute unevenness of the base material surface gets twisted, it has obtained the bond strength of the thermally sprayed film 2 and the substrate 1 surface. therefore -- the field of this bond strength -- the relative roughness of a base material surface -- it is large -- ** -- it is desirable.

[0005](3) As the paragraph of the construction material of a thermal spray material and the principle of **** aforementioned (1) "corrosion prevention" described, in order to carry out the corrosion prevention of the steel rod in concrete, the rest potential of the construction material of the thermal spray material for forming the thermally sprayed film 2 should just be ** from iron it. Therefore, in this invention, what is necessary is just an alloy which makes zinc, aluminum, titanium, and these the main ingredients as construction material of the department of a thermal spraying material. Corresponding to the thermal spraying gun and heat source to be used, as long as the shape of a thermal spray material is suitable, a wire, a stick, and powdered any may be sufficient as it.

(4) the thermal-spraying heat source above -- the paragraph of (2 "thermal-spraying art") -- ***** -- although there are an electric arc, gas flame, a plasma jet, etc. as a heat source for fusing a thermal spray material like, as long as it is suitable, in this invention, any may be sufficient corresponding to the thermal spray material to be used.

(5) The thickness of the thickness thermally sprayed film of a thermally sprayed film does not have **** in particular on thermal-spraying construction. However, since the combination with the thermally sprayed film 2 and the substrate 1 surface is a mechanical combination, modification may arise with remaining stress that the thickness of the thermally sprayed film 2 is excessive in a thermally sprayed film, and the thermally sprayed film 2 and the substrate 1 may exfoliate. Then, as for the thickness of a thermally sprayed film, it is desirable to be referred to as a maximum of 1 mm practical.

(6) the surface roughness above of concrete -- the paragraph of (2 "thermal-spraying art") -- ***** -- it is [like] so desirable that the relative roughness of the concrete 1 surface is large in order to raise the bond strength of the thermally sprayed film 2 and the substrate 1, i.e., a concrete surface. A lower limit required as surface roughness of concrete is Rz(l zero point average of roughness height: based on JIS B0601) 20micrometer.

[0006]

[Example]The example and comparative example of this invention are indicated below.

** . The test-piece (a) concrete board test-piece concrete board for an examination prepares a 300mmx300mmx60mm thing, and the examination contents and the thermal-spraying method of a test piece are as being shown in Table 1, Consider it as A-C series and D series, and in A-C series the thing of a non-steel rod, In D series, a MIGAKI round bar (SGD400) 19 mm in diameter should be arranged as the steel rod 3 in the concrete board at the time shown in drawing 4, and the lead reference electrode 5 for monitoring the corroded condition and anticorrosive effect of the steel rod 3 should be laid underground. Preparation of the used concrete is as being shown in Table 2. In D series, in order to give the environment which is easy to corrode, a concrete mass ratio and 0.3% of NaCl were mixed. That is, the fresh concrete in which $\text{NaCl of } 100 \times \text{NaCl} / (\text{C} + \text{W} + \text{S} + \text{G} + \text{NaCl}) = 0.3$ quantity was made to mix was placed in the mold of various construction material. After said fresh concrete placing, after recuperating oneself for one week all over room temperature **2 ** and the curing room of 60**10% of relative humidity of 20 **, mold unmolding was carried out and it was recuperated for about 40 days in the above-mentioned curing room.

[0007]

[Table 1]

シリーズ名と実験内容		基板の種類		溶射の種類		環境
		鋼合	打設用 せき板	溶射方法	材 料	
A	下地表面粗さと 溶射皮膜の接着性	I・II	普通合板 塗装合板 鋼板	アーク フレーム	Zn	20℃室内
				アーク	Zn+5% Al	
B	下地含水率と溶射 被膜の接着性 溶射被膜厚と接着性	I	塗装合板	アーク フレーム	Zn	コンクリート 濡潤・乾燥
				アーク	Zn+5% Al	
C	熱冷繰り返し試験	I	塗装合板	フレーム	Zn	0~90℃ 100回
D	電気防食性	III	普通合板	アーク フレーム	Zn	塩水散水 内陸部・風外
				アーク	Zn+5% Al	

[0008]

[Table 2]

鋼合	水と外比 W/C (%)	単位量 (kg/m ²)				
		セメント C	水 W	細骨材 S	粗骨材 G	NaCl
I	60	315	189	800	931	0
II	41	427	175	708	968	0
III	60	315	189	800	931	6.7

[0009](b) Performing thermal spraying to the concrete board 1 top which placed and recuperated itself by the thermal-spraying above by two kinds, electric arc spraying and flame spraying, thermal-spraying metal used the pure zinc (Zn) wire. It offered as a sample also about the thing using a zinc aluminum alloy (Zn+5%aluminum) by electric arc spraying. The distance at the concrete board (substrate) 1 surface and the tip of thermal spraying equipment (thermal spraying gun 10) was about 25 cm (drawing 3).

[0010]**. -- measuring using the measurement sensing pin type measuring instrument of the measuring method (a) concrete surface granularity at cutoff value evaluation 12.5 mm in length of 2.5 mm -- Rz (ten-point average-of-roughness-height JIS B0601) -- a table -- the bottom.

(b) It measured by the thickness measurement Erichsen thickness gage of the thermally sprayed film.

(c) It asked with the adhesive strength test BRI style tension test machine of the thermally

sprayed film. In the position P1 and P2 which are shown in drawing 5, the adhesive strength of the thermal-spraying surface 2 and the substrate 1 was measured.

(d) The electrical resistance type mortar moisture meter was used, and measurement of the measurement water content of concrete surface water content was performed for three days from saturation and saturation by open air neglect and three kinds of setting out of dryness.

(e) The strain gauge was stuck on the prescribed position of the test piece shown in drawing 5 for hot and cold cycle test strain measurement. Namely, waterproof mold strain gauge MG1 and MG2 were allocated in prescribed position MP1 of a metallizing coat, and MP2, and it examined by allocating waterproof mold strain gauge CG1 and CG2 in prescribed position CP1 of the substrate 1, and CP2 respectively. The **** repetition (0-90 **) was performed, and the adhesive strength test was done after 100 cycles.

(f) Any thermally sprayed film of the electric anticorrosion examination was constructed with the target thickness of 500 micrometers. The test piece of salt water watering was installed in the corrosion test tub which repeats salt water watering 5 hours, and dry 19 hours as 1 cycle, and measured the steel rod potential using the energizing amount and lead reference electrode by electrolysis in the electric circuit shown in drawing 6 with the test piece of the inland outdoors. When energization 122 days passed, the circuit was opened wide and the amount of depolarization of steel rod potential was measured.

[0011]**. The relation of the adhesive strength of the concrete surface granularity in the preparation I and II shown in the adhesive table 2 of the measurement result (a) concrete surface granularity and a thermally sprayed film and a thermally sprayed film is shown in drawing 7. Rz of Rz increases 50-100 micrometers so that he can understand from the figure -- when it was alike, and it followed and the increase of adhesive strength and Rz became more than it, it became a value of about 1 law. From the preparation I, on the whole, the direction of II has high adhesive strength, and is dependent on the intensity of bed concrete.

(b) The relation between concrete surface water content, the adhesive concrete surface water content of a thermally sprayed film, and the adhesive strength of a thermally sprayed film is shown in drawing 8. There was no correlativity in water content and adhesive strength.

(c) The relation between thermally sprayed film thickness, adhesive thermally sprayed film thickness, and adhesive strength is shown in drawing 9. Adhesive strength became low as thickness became thick. Although it had influence of thickness, on the whole, the adhesive strength of flame spraying was high.

(d) The amount measurement result of strains of a hot and cold cycle test hot and cold cycle test is shown in drawing 10. It turns out that the strain action of concrete and a thermally sprayed film is in agreement, and follows. The adhesive strength after an examination also became 1.76-2.63MPa and a high value.

(e) Aging of electric anticorrosion nature current density is shown in drawing 11. The amount of

depolarization of the steel rod potential at the time of circuit opening and the current amount in front of circuit opening are shown in drawing 12. Also in which specimen, the shift amount of the steel rod potential by sacrificial anode operation satisfies a 100-mV shift corrosion prevention standard.

(f) The following thing was checked from more than the conclusion.

** . If the increase of adhesive strength and Rz are set to not less than 50-100 micrometers as the surface roughness Rz increases, depending on ground intensity, it will become a fixed value.

** . Ground water content does not influence adhesion of a thermally sprayed film.

** . Adhesive strength becomes low as thickness becomes thick.

** . An adhesive property even with after [good] a hot-cold cycle is shown.

** . Anything of the thermally sprayed film of salt water watering and inland outdoor environment satisfied the 100-mV shift corrosion prevention standard.

[0012]Although the thermally sprayed film formed in the concrete board surface is in the state exposed as it was, it has been plentifully neglected by this thermally sprayed film under severe natural environment, such as the seashore and an acid rain meteoric water part, and the thermally sprayed film itself is corroded and it stops playing the role of an electrode in the above in such a case. So, in improved this invention, a resin coating layer is further formed on the surface of a thermally sprayed film, the corrosion of a thermally sprayed film is prevented, and endurance is increased. Especially the joined part of a thermally sprayed film and a lead has bad corrosion resistance, and tends to create a risk of both exfoliating. The concrete composition which solves the above technical problem is shown in drawing 13 and drawing 14. That is, the resin coating layer 7 is formed in the surface of the thermally sprayed film 2 by spray painting or brush coating. Although what was excellent in a water resisting property, chemical resistance, weatherability, etc. is preferred as for a resin coating layer and an acrylic resin, an epoxy resin, a fluoro-resin, silicone, etc. are used, Since the transparent coating layers 7, such as especially acrylic resin coating, can see through the thermally sprayed film 2 of the metallic luster of a ground and can also secure aesthetics over a long period of time, they are preferred.

[0013]

[Effect of the Invention]According to this invention, the coat formation by thermal spraying to a concrete surface, It has vast surface areas, such as a breakwater, a bridge pier, a bridge girder, and a building, even if it is a complicated-shaped reinforced concrete structure, it can construct comparatively simple and cheaply, and when moreover based on pasting of the metal plate of conventional technology, etc., the above outstanding effect is acquired. In this way, the corrosion prevention of the steel rod in ferro-concrete can be realized in dominance in a technical side and the financial side.

[Translation done.]

特開平11-81502

(43) 公開日 平成11年(1999) 3月26日

(51) Int.Cl.⁴

E 0 4 B 1/64

識別記号

F I

E 0 4 B 1/64

Z

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平9-248002

(22) 出願日 平成9年(1997) 9月12日

(71) 出願人 591214804

株式会社松村組
大阪府大阪市北区東天満1丁目10番20号

(71) 出願人 596132721

財団法人近畿高エネルギー加工技術研究所
兵庫県尼崎市道草町7丁目1番8

(71) 出願人 592004518

株式会社吉田鉄工所
兵庫県尼崎市東郷波町4丁目18番6号

(72) 発明者 伊藤 俊夫

大阪府大阪市東天満1丁目10番20号 株式会社松村組内

(74) 代理人 弁理士 村田 幸雄

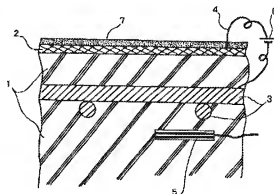
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 鉄筋コンクリート内の鉄筋の腐食を防止する方法

(57) 【要約】

【課題】鉄筋コンクリート構造物に対して比較的簡易でかつ低コストで防食処理を施すことにより、鉄筋コンクリート構造物の寿命の延長を図る。

【解決手段】鉄筋コンクリートの表面に自然電位が鉄よりも単なる金属を溶解してその皮膜を形成し、この皮膜と鉄筋とを導線により電気的に接続して溶射皮膜及び鉄筋を両極とし、コンクリートを電解質とする電池作用により生じる起電力によって、溶射皮膜-コンクリート-鉄筋-導線-溶射皮膜の順路に沿って流れる電流によって電気化学的に鉄筋の腐食を防止する。皮膜と鉄筋とを結ぶ導線の途中に外部直流電源を介在させてもよい。また、溶射皮膜の表面に樹脂コーティング層を設けることも好ましい。



【特許請求の範囲】

【請求項1】鉄筋コンクリート内の鉄筋の腐食を防止する方法において、鉄筋コンクリートの表面に自然電位が鉄よりも単なる金属を溶射してその皮膜を形成し、この皮膜と鉄筋とを導線により電気的に接続して溶射皮膜及び鉄筋を両極とし、コンクリートを電解質とする電池作用により生じる起電力によって、溶射皮膜-コンクリート-鉄筋-導線-溶射皮膜の順路に沿って流れる電流によって電気化学的に鉄筋の腐食を防止することを特徴とする鉄筋コンクリート内の鉄筋の腐食を防止する方法。

【請求項2】鉄筋コンクリート内の鉄筋の腐食を防止する方法において、鉄筋コンクリートの表面に自然電位が鉄よりも単なる金属を溶射してその皮膜を形成し、この皮膜と鉄筋とを導線により外部直流電源を介在させて電気的に接続して、溶射皮膜-コンクリート-鉄筋-導線-溶射皮膜の順路に沿って流れる電流によって電気化学的に鉄筋の腐食を防止することを特徴とする鉄筋コンクリート内の鉄筋の腐食を防止する方法。

【請求項3】溶射皮膜の厚さを1mm以下とし、溶射皮膜の溶射基材であるコンクリート表面からの剥離を防止することを特徴とする請求項1又は2記載の鉄筋コンクリート内の鉄筋の腐食を防止する方法。

【請求項4】溶射皮膜の表面に透明樹脂コーティング層の下限値を $R_z(100\text{点平均粗さ})20\mu\text{m}$ として、溶射皮膜と溶射基材であるコンクリート表面との結合強度を向上することを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載の鉄筋コンクリート内の鉄筋の腐食を防止する方法。

【請求項5】溶射皮膜の表面に樹脂コーティング層を設けることを特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載の鉄筋コンクリート内の鉄筋の腐食を防止する方法。

【請求項6】溶射皮膜の表面に透明樹脂コーティング層を設けることを特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載の鉄筋コンクリート内の鉄筋の腐食を防止する方法。

【請求項7】樹脂コーティング層が耐水性のものであることを特徴とする請求項5又は6に記載の鉄筋コンクリート内の鉄筋の腐食を防止する方法。

【請求項8】溶射皮膜と導線との接合部表面に樹脂コーティング層を設けることを特徴とする請求項1～7のいずれか1項に記載の鉄筋コンクリート内の鉄筋の腐食を防止する方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、鉄筋コンクリート内の鉄筋の腐食を防止する方法に関し、特に鉄筋コンクリート構造物に対して比較的簡易でかつ低コストで防食処理を施すことにより鉄筋コンクリート構造物の寿命の延長を図り、土木・建築を中心とする鉄筋コンクリート構造物の建設業分野及びその使用者に多大の利益をもた

らす鉄筋コンクリート内の鉄筋の腐食を防止する方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】防波堤、橋脚、橋樑、建築物等を構成する鉄筋コンクリート構造物は、長期間の使用中に、鉄筋コンクリート中の鉄筋が腐食し、鉄筋としての強度低下や鉄筋とコンクリートとの結合力の低下による鉄筋コンクリート構造物としての機能を維持できなくなり、長期の工期と高い費用を費やして同構造物の大規模な補修または改築等の処置を施さなければならなくなる。鉄筋の腐食は、供用中にコンクリートの表面やコンクリートのひび割れを通してコンクリート中に浸入する海水、雨水等の水分及びコンクリート中に含まれる水分が、鉄に作用して電気化学的に腐食作用を惹起させるものである。そこで従来から種々の防食方法が採用されている。例えば、

(1)鉄筋コンクリート表面への塗装、

この方法は、鉄筋コンクリートの表面からの水分の浸入を防止することを目的とするが、長期間の使用による塗膜の劣化による再塗装を要する。また、本来コンクリート中に含まれていた水分に対しては効果がない。

(2)鉄筋コンクリート表面への亜鉛等金属板の貼付による電気化学的防食、

この方法は、鉄筋コンクリートの表面に自然電位が鉄よりも単なる金属例えば亜鉛、アルミニウム、チタン又はそれらの合金の板等を貼付し、それらの金属と鉄筋とを導線により電気的に接続して外部の直流電源を使用するかあるいは貼付した金属及び鉄筋を両極とし、コンクリートを電解質とする電池作用により生じる起電力により、貼付した金属-コンクリート-鉄筋-導線-貼付した金属に戻る閉回路中をこの順路に沿って流れる電流によって電気化学的に鉄筋の腐食を防止するものである。この方法は、コンクリート表面と貼付する金属とを広い面積にわたって一様に電気的な結合を維持しながら固定する方法が種々考案されているが、施工費用が比較的に高い。

(3)鉄筋表面への防食処理施工、

①、あらかじめ鉄筋の表面にビニールその他の合成樹脂、セラミック等の電気的に絶縁性のある材料を被覆しておき、鉄筋の表面から電流の流出・流入が不可能として、電気化学的に腐食作用を惹起させないようにする方法があるが、一般に強度の弱い部分が鉄筋とコンクリートの間に介在し鉄筋コンクリートの健全性を損なう。

②、あらかじめ鉄筋の表面を亜鉛合金、アルミニウム合金等でメッキ等の方法で被覆し、鉄筋の防錆を行う方法が考えられるが、一般に①と同様に亜鉛合金、アルミニウム合金等の強度の弱い部分がコンクリートとの間に介在するほか、実用的にメッキ不着部分あるいは剥離部分が存在するときは、これらの部分に集中的に電気化学的な腐食作用を受け、鉄筋の寿命を短くする。

④、前記①及び②はコスト高となる。

【0003】

【課題を解決するための手段】本発明は、前記従来技術として例示した(2)項の方法に関連するもので、

(2)項に示した自然電位が鉄よりも単なる金属板又はその合金板等のコンクリート表面への貼付に代えて、コンクリート表面に当該金属の皮膜を形成させるものである。本発明では、この皮膜を形成する方法としてコンクリートの表面への金属材料の溶射を採用し、金属板等の貼付と技術面では同等の効果を得つつ、施工の簡易さ、費用の面では優位性を得ようとするものである。すなわち本発明は下記構成の鉄筋コンクリート内の鉄筋の腐食を防止する方法である。

(1)鉄筋コンクリート内の鉄筋の腐食を防止する方法において、鉄筋コンクリートの表面に自然電位が鉄よりも単なる金属を溶射してその皮膜を形成し、この皮膜と鉄筋とを導線により電気的に接続して溶射皮膜及び鉄筋を両極とし、コンクリートを電解質とする電池作用により生じる起電力によって、溶射皮膜-コンクリート-鉄筋-導線-溶射皮膜の順路に沿って流れる電流によって電気化学的に鉄筋の腐食を防止することを特徴とする鉄筋コンクリート内の鉄筋の腐食を防止する方法。

(2)鉄筋コンクリート内の鉄筋の腐食を防止する方法において、鉄筋コンクリートの表面に自然電位が鉄よりも単なる金属を溶射してその皮膜を形成し、この皮膜と鉄筋とを導線により外部直流電源を介在させて電気的に接続して、溶射皮膜-コンクリート-鉄筋-導線-溶射皮膜の順路に沿って流れる電流によって電気化学的に鉄筋の腐食を防止することを特徴とする鉄筋コンクリート内の鉄筋の腐食を防止する方法。

(3)溶射皮膜の厚さを1mm以下とし、溶射皮膜の溶射基材であるコンクリート表面からの剥離を防止することを特徴とする(1)項又は(2)項記載の鉄筋コンクリート内の鉄筋の腐食を防止する方法。

(4)溶射基材であるコンクリートの表面粗度の下限値を R_z (10点平均粗さ)20 μm として、溶射皮膜と溶射基材であるコンクリート表面との結合強度を向上することを特徴とする(1)項〜(3)項のいずれか1項に記載の鉄筋コンクリート内の鉄筋の腐食を防止する方法。

(5)溶射皮膜の表面に樹脂コーティング層を設けることを特徴とする(1)項〜(4)項のいずれか1項に記載の鉄筋コンクリート内の鉄筋の腐食を防止する方法。

(6)溶射皮膜の表面に透明樹脂コーティング層を設けることを特徴とする(1)項〜(4)項のいずれか1項に記載の鉄筋コンクリート内の鉄筋の腐食を防止する方法。

(7)樹脂コーティング層が耐水性のものであることを特徴とする(5)項又は(6)項に記載の鉄筋コンクリート内の鉄筋の腐食を防止する方法。

(8)溶射皮膜と導線との接合部表面に樹脂コーティング層を設けることを特徴とする(1)項〜(7)項のいずれか1項に記載の鉄筋コンクリート内の鉄筋の腐食を防止する方法。

【0004】

【発明の実施の形態】図1に鉄筋コンクリート1表面に自然電位が鉄よりも単なる金属材料を溶射して溶射皮膜2を形成し、その溶射皮膜2と鉄筋3とを導線4により電気的に接続した状態の断面図を示す。

(1)防食の原理

図1の状態では鉄筋コンクリート構造物を供用することにより、コンクリート1を電解質として溶射皮膜2及び鉄筋3を両極とする電池を構成し、その起電力によって溶射皮膜2-コンクリート1-鉄筋3-導線4-溶射皮膜2の順路に沿って直流電流が流れる(以下この電流を防食電流という)。この防食電流により鉄筋は、常に還元作用を受けながら、酸化作用を受けることはなく、つまり腐食を生じない。この方法は、「流電極方式」の電気防食技術として知られている。なお、照合電極5は、必要に応じて鉄筋の電位を測定する場合に、電位の基準として使用するために、あらかじめコンクリート中に埋設したものである。図2は、図1の導線4の中間に直流電源6を挿入してこの電源6により防食電流を流す方法で「外部電源方式」の電気防食技術として知られるが、作用は、図1の場合とはほぼ同じである。

(2)溶射技術

溶射技術は、材料の表面に耐摩耗、耐熱等の機能を有する皮膜を形成する簡便な方法としてよく知られている。本発明では、図3に示すように、溶射ガン10において電気アーク、ガス炎、プラズマジェット等を熱源とし、この熱により所要の機能を有するワイヤ、棒、粉末状のZn、Zn-Al合金、Al等の溶射材料を溶融し、それらの溶融物粒子11として飛散させ、これを基材(コンクリート)1の表面に吹付け、堆積させることによって溶射皮膜2を形成する。溶射皮膜2と基材1表面との結合は、一般に機械的な結合であり、基材表面の微小な凹凸に溶融した溶射粒子11が陥みつくことにより溶射皮膜2と基材1表面との結合強度を得ている。したがってこの結合強度の面では基材表面の粗度ほど大きいほど好ましい。

【0005】(3)溶射材料の材質及び形状

前記(1)「防食の原理」の項で述べたように、コンクリート内の鉄筋を防食するためには、溶射皮膜2を形成するための溶射材料の材質は、自然電位が鉄のそれよりも卑であればよい。したがって本発明では、溶射材料の材質としては亜鉛、アルミニウム、チタン及びこれらを主成分とする合金であればよい。また、溶射材料の形状は、使用する溶射ガン、熱源に対応して適切なものであれば、ワイヤ、棒、粉末状のいずれでもよい。

(4)溶射熱源

前記(2)「溶射技術」の項で述べたように、溶射材料を溶融するための熱源としては、電気アーク、ガス炎、アズマジェット等があるが、本発明では、使用する溶射材料に対応して適切なものであれば、いずれでもよい。

(5) 溶射皮膜の厚さ

溶射皮膜の厚さは、溶射施工上とくに制限はない。しかし、溶射皮膜2と基材1表面との結合は、機械的な結合であるため、溶射皮膜2の厚さが過大であると残留応力によって溶射皮膜に変形が生じ、溶射皮膜2と基材1とが剥離する場合がある。そこで実用的には溶射皮膜の厚さは最大1mmとすることが望ましい。

(6) コンクリートの表面粗度

前記(2)「溶射技術」の項で述べたように、溶射皮膜2と基材1すなわちコンクリート表面との結合強度を向上させるためには、コンクリート1表面の粗度が大きいほど好ましい。コンクリートの表面粗度として必要な下限値は、Rz(10点平均粗さ：JIS B0601による)20μmである。

【0006】

【実施例】以下に本発明の実施例及び比較例を記載する。

* ⑧. 試験用供試体

(a) コンクリート基板

供試体コンクリート基板は300mm×300mm×60mmのものを用意し、供試体の試験内容及び溶射方式は表1に示すとおりで、A～Cシリーズ及びDシリーズとし、A～Cシリーズでは無鉄筋のものを、Dシリーズでは図4に示すごときコンクリート基板内に鉄筋3として直径19mmのミガキ丸鋼(SGD400)を配し、鉄筋3の腐食状態や防食効果をモニタリングするための鉛照合電極5を埋設したものとした。また、使用したコンクリートの調製は表2に示すとおりである。Dシリーズでは腐食しやすい環境を与えるため、コンクリート質量比、0.3%のNaClを混入した。すなわち、 $100 \times \text{NaCl} / (\text{C} + \text{W} + \text{S} + \text{G} + \text{NaCl}) = 0.3$ 量のNaClを混入させたフレッシュコンクリートを各種材質の型枠内に打設した。前記フレッシュコンクリート打設後、室温20℃±2℃、相対湿度60±10%の養生室中で1週間養生した後、型枠脱型し、約40日間、上記養生室にて養生した。

【0007】

【表1】

シリーズ名と実験内容		基 板 の 種 類		溶 射 の 種 類		環 境
		鋼合	打設用 せき板	溶射方法	材 料	
A	下地表面粗さと 溶射皮膜の接着性	I・II	普通合板 塗装合板 鋼 板	アーク フレーム	Zn	20℃室内
				アーク	Zn+5% Al	
B	下地含水率と溶射 皮膜の接着性 溶射被膜厚と接着性	I	塗装合板	アーク フレーム	Zn	コンクリート 湿潤・乾燥
				アーク	Zn+5% Al	
C	熱冷繰り返し試験	I	塗装合板	フレーム	Zn	0~90℃ 100回
D	電気防食性	III	普通合板	アーク フレーム	Zn	塩水散水 内陸部・外
				アーク	Zn+5% Al	

【0008】

※ ※ 【表2】

7

8

調 合	水比外比 W/C (%)	単位量 (kg/m ³)				
		水 C	水 W	細骨材 S	粗骨材 G	NaCl
I	60	315	189	800	931	0
II	41	427	175	708	908	0
III	80	315	189	800	931	6.7

【0009】(b) 溶射

上記により打設・養生されたコンクリート基板1上への溶射は、アーク溶射とフレアム溶射の2種類で行い、溶射金属は純亜鉛(Zn)ワイヤを用いた。なお、アーク溶射で亜鉛アルミニウム合金(Zn+5%A1)を用いたものについても供試した。なお、コンクリート基板(基材)1表面と溶射装置(溶射管10)先端との距離は約25cmとした(図3)。

【0010】②. 測定方法

(a) コンクリート表面粗さの測定

触針式測定器を用い、カットオフ値2.5mm評価長さ12.5mmで測定し、Rz(10点平均粗さ)JIS B0601で表した。

(b) 溶射皮膜の厚さ測定

エリクセン膜厚計で測定した。

(c) 溶射皮膜の接着強度試験

建研式引張り試験器によって求めた。図4に示す位置P1、P2において、溶射表面2と基材1との接着強度を測定した。

(d) コンクリート表面含水率の測定

含水率の測定は、電気抵抗式モルタル水分計を使用し、飽和状態、飽和状態より3日間外気放置、及び乾燥状態の3種類の設定で行った。

(e) 熱冷繰り返し試験

ひずみ測定のため、図5に示す供試体の所定位置にひずみゲージを貼った。すなわち、金属溶射皮膜の所定位置MP1、MP2に、防水型ひずみゲージMG1、MG2を配設し、また基材1の所定位置CP1、CP2に防水型ひずみゲージCG1、CG2を各々配設して、試験を行った。熱冷繰り返し(0~90℃)を行い、100サイクル後に接着強度試験を行った。

(f) 電気防食試験

いずれの溶射皮膜も目標厚500μmで施工した。塩水散水の供試体は、塩水散水5時間と乾燥19時間を1サイクルとして繰り返す腐食試験槽に設置し、内陸部屋外の供試体と共に図6に示す電気回路で直流電作用による通電量及び陽極合電極を用いた鉄筋電位を測定した。また、通電122日を経過した時点で、回路を開放して鉄筋電位の復極量を測定した。

【0011】③. 測定結果

* (a) コンクリート表面粗さと溶射皮膜の接着性

表2に示す割合I、IIにおけるコンクリート表面粗さと溶射皮膜の接着強度の関係を図7に示す。両図から理解できるごとく、Rzが50~100μmまではRzが増すにしたがって接着強度が増し、Rzがそれ以上になるとほぼ一定の値となった。割合IよりIIの方が全体的に接着強度が高く、下地コンクリートの強度に依存している。

(b) コンクリート表面含水率と溶射皮膜の接着性

コンクリート表面含水率と溶射皮膜の接着強度の関係を図8に示す。含水率と接着強度には相関性はなかった。

(c) 溶射皮膜厚と接着性

溶射皮膜厚と接着強度の関係を図9に示す。膜厚が厚くなるにしたがって接着強度が低くなった。膜厚の影響もあるが全体的にフレアム溶射の接着強度が高かった。

(d) 熱冷繰り返し試験

熱冷繰り返し試験のひずみ量測定結果を図10に示す。コンクリートと溶射皮膜のひずみ挙動が一致して追従していることが解る。試験後の接着強度も1.76、2.63MPaと高い値となった。

(e) 電気防食性

電流密度の経時変化を図11に示す。また、図12に回路開放時の鉄筋電位の復極量と回路開放直前の電流量を示す。いずれの試験体においても直流陽極作用による鉄筋電位のシフト量は、100mVシフト防食基準を満足するものであった。

(f) 結論

以上から下記のことと確認された。

①. 表面粗さRzが増すにしたがって接着強度が増し、Rzが50~100μm以上になると下地強度に依存し一定の値となる。

②. 下地含水率は溶射皮膜の接着に影響しない。

③. 膜厚が厚くなるにしたがって接着強度が低くなる。

④. 熱冷サイクル後も良好な接着性を示す。

⑤. 塩水散水及び内陸部屋外環境のいずれの溶射皮膜のものも100mVシフト防食基準を満足した。

【0012】上記においては、コンクリート基板表面に形成された溶射皮膜は、そのまま露出された状態であるが、この溶射皮膜は海岸や酸性雨降水面等腐蝕しやすい自然環境下に放置されることが多々あり、そうした場合に

は、溶射皮膜自体が腐食されて電極の役割を果たさなくなる。そこで、改善された本発明では、溶射皮膜の表面に更に樹脂コーティング層を形成して、溶射皮膜の腐食を防止し、耐久性を増大する。また、特に溶射皮膜と導線との接合部は、耐食性が悪く、両者が剥離してしまう危険が生じ易い。以上の課題を解決する具体的な構成を図13及び図14に示す。すなわち、溶射皮膜2の表面に、スプレー塗装又はハケ塗り等によって樹脂コーティング層7を形成する。樹脂コーティング層は、耐水性、耐薬品性、耐候性等の優れたものが好ましく、アクリル樹脂、エポキシ樹脂、フッ素樹脂、珪素樹脂等が用いられるが、特にアクリル樹脂塗料等の透明なコーティング層7は下地の金属光沢の溶射皮膜2が透視でき審美性も長期にわたって確保できるもので好ましい。

【0013】

【発明の効果】本発明によれば、コンクリート表面への溶射による皮膜形成は、防波堤、橋脚、橋桁、建築物等の広大な表面積を有し、複雑な形状の鉄筋コンクリート構造物であっても比較的簡便かつ安価に施工が可能であり、しかも従来技術の金属板等の貼付による場合以上に優れた効果が得られる。かくして、鉄筋コンクリート中の鉄筋の防食を技術面及び経済面において優位に実現しうるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の1実施例である鉄筋コンクリート表面に金属溶射皮膜を形成し、その溶射皮膜と鉄筋とを導線により電気的に接続した状態の断面説明図。

【図2】図1の導線の中に直流電源を介在させた断面説明図。

【図3】溶射ガンを用いる基材表面への溶射皮膜形成方法の説明図。

【図4】コンクリート基板内に鉄筋を配し、鉄筋の腐食状態や防食効果をモニタリングするための鉛照合電極を

埋設した状態の平面図及び側面図。

【図5】熱冷繰り返し試験のための供試体面にひずみゲージを貼った状態を示す説明図。

【図6】コンクリート基板内の鉄筋電位を測定するための電気回路図。

【図7】コンクリート表面粗さと溶射皮膜の接着強度の関係図。

【図8】コンクリート表面含水率と溶射皮膜の接着強度の関係図。

【図9】溶射皮膜厚と接着強度の関係図。

【図10】熱冷繰り返し試験のひずみ量測定結果図。

【図11】電気防食性試験結果を示す電流密度の経時変化図。

【図12】回路開放時の鉄筋電位の復極量と回路開放直前の電流量を示す説明図。

【図13】鉄筋コンクリート表面に金属材料を溶射して溶射皮膜を形成し、その溶射皮膜と鉄筋とを導線により電気的に接続し、かつ溶射皮膜上に樹脂コーティング層を設けた状態の断面説明図。

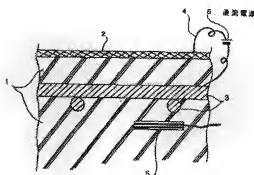
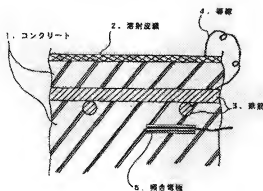
【図14】図13の導線の中に直流電源を介在させ、かつ溶射皮膜上に樹脂コーティング層を設けた状態の断面説明図。

【符号の説明】

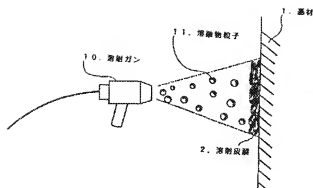
- 1：コンクリート（基材、鉄筋コンクリート）、
- 2：溶射皮膜、
- 3：鉄筋、
- 4：導線、
- 5：照合電極、
- 6：直流電源、
- 7：樹脂コーティング層、
- 10：溶射ガン、
- 11：溶融物粒子

【図1】

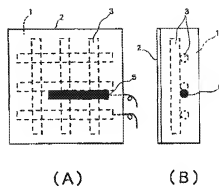
【図2】



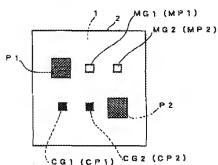
【図3】



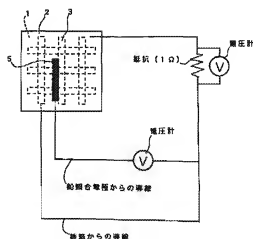
【図4】



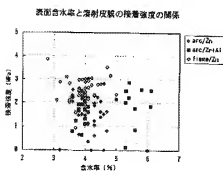
【図5】



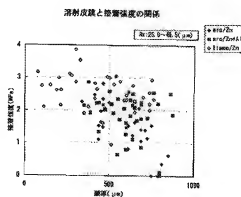
【図6】



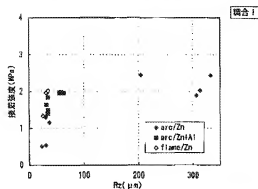
【図8】



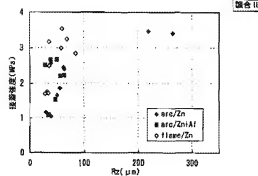
【図9】



【図7】

下地表面積と R_{ct} と溶射皮膜の接着強度の相関

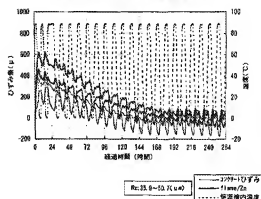
図合 I



図合 II

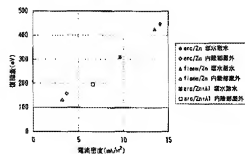
【図10】

熱冷繰り返し試験のひずみ測定結果



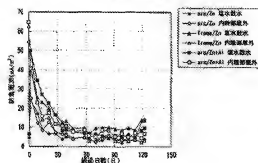
【図12】

鉄板電位の浸漬値と電流値の関係

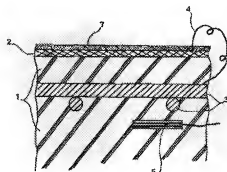


【図11】

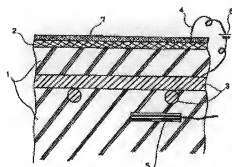
電流密度の経時変化



【図13】



【図14】



フロントページの続き

(72)発明者 近藤 康夫
兵庫県尼崎市道意町7丁目1番8 財団法人
近畿高エネルギー加工技術研究所内

(72)発明者 吉田 豊
兵庫県尼崎市東難波町4丁目18番6号 株
式会社吉田鐵工所内

(72)発明者 嵐 幸雄
大阪市北区東天満1丁目10番20号 株式会
社松村組内

(72)発明者 浦野 英男
大阪市北区東天満1丁目10番20号 株式会
社松村組内

(72)発明者 柏木 隆男
大阪市北区東天満1丁目10番20号 株式会
社松村組内

(72)発明者 周 展
兵庫県尼崎市道意町7-1-8 財団法人
近畿高エネルギー加工技術研究所内

(72)発明者 鷹石 純
兵庫県尼崎市道意町7-1-8 財団法人
近畿高エネルギー加工技術研究所内

(72)発明者 小南 幸一
兵庫県尼崎市道意町7-1-8 財団法人
近畿高エネルギー加工技術研究所内

(72)発明者 大森 明
吹田市江の木町12-5-516

(72)発明者 来住 徹
大阪市北区同心1丁目2番10号

(72)発明者 宮尾 信昭
大阪府寝屋川市成田東町20番19号